

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AB

(11)Publication number : 08-078787

(43)Date of publication of application : 22.03.1996

(51)Int.Cl.

H01S 3/18  
G01B 11/00  
H01L 33/00  
H01S 3/083

(21)Application number : 06-210078

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 02.09.1994

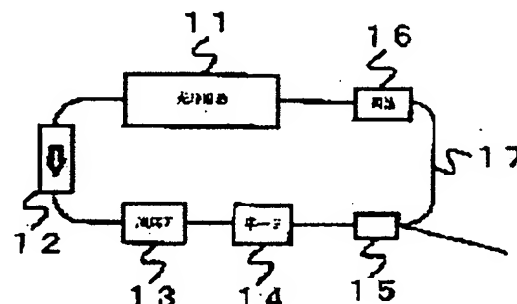
(72)Inventor : KOMIYA TAKESHI  
KAMIMURA ARITOMO  
ICHIKAWA TOSHIYUKI

## (54) VARIABLE-WAVELENGTH LIGHT SOURCE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the light of a scattering wavelength interval by forming a ring resonator of a ring-like optical path including a filter for transmitting a plurality of wavelengths, a filter for transmitting a single wavelength and a light amplifier and only by selecting one of fixed wavelengths.

CONSTITUTION: Spontaneous light from a light amplifier 11 passes through a light isolator 12 and enters into a periodic wavelength transmission filter 13 having a periodic transmission characteristic relative to a light wavelength. The transmissible wavelength of the output is scattered. An oscillation wavelength is limited by transmitting only one of  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  through a single-wavelength transmission filter 14. At that time, in the scattering oscillation wavelength determined by the periodic wavelength transmission filter 13 and the single-wavelength transmission filter 14. A wavelength variable mechanism changes the center frequency of the single-wavelength transmission filter, so that the scattering wavelength variable characteristic may be realized by selecting it one by one.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	22.04.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	abandonment
[Date of final disposal for application]	26.10.2000
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-78787

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18				
G 0 1 B 11/00		Z		
H 0 1 L 33/00		M		
H 0 1 S 3/083				

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平6-210078

(22) 出願日 平成6年(1994)9月2日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 小宮 剛

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株式  
会社通信システム研究所内

(72) 発明者 上村 有朋

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株式  
会社通信システム研究所内

(72) 発明者 市川 俊亨

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株式  
会社通信システム研究所内

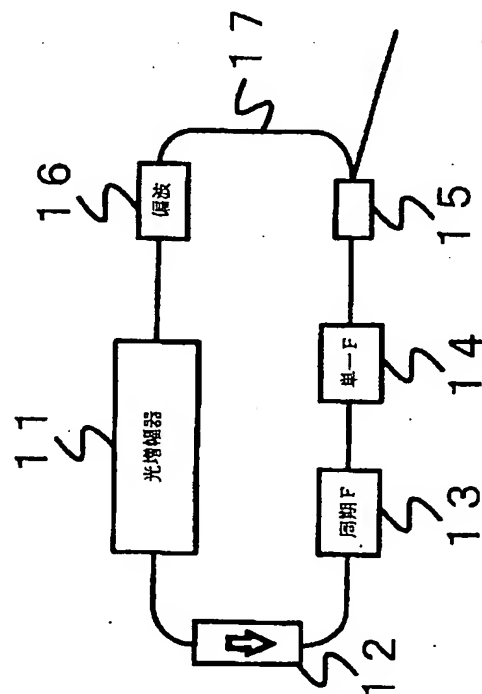
(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

(54) 【発明の名称】 波長可変光源装置

(57) 【要約】

【目的】 光通信、光情報処理、光計測の分野において、離散的な波長間隔で、発振波長を容易に安定に変化できる光源装置を得ることを目的とする。

【構成】 予め設定された複数波長で透過し他の波長では遮断する特性を持つ複数波長透過フィルタと、これら透過波長の内の1つの波長を選択的に透過させる特性を持つ単一波長透過フィルタと、複数波長透過フィルタと上記単一波長透過フィルタとを含み、また光増幅器を含んだリング状の光路でリング共振器を形成し、単一波長透過フィルタの選択波長で光源を生成するようにした。または、光路を分岐して分岐したそれぞれに上記単一波長透過フィルタを含むようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 予め設定された複数波長で透過し他の波長では遮断する特性を持つ複数波長透過フィルタと、上記透過波長の内の 1 つの波長を選択的に透過させる特性を持つ単一波長透過フィルタと、上記複数波長透過フィルタと上記単一波長透過フィルタとを含み、また光増幅器を含んだリング状の光路でリング共振器を形成し、上記単一波長透過フィルタの選択波長で光源を生成する波長可変光源装置。

【請求項 2】 予め設定された複数波長で透過し他の波長では遮断する特性を持つ複数波長透過フィルタと、上記透過波長の内の 1 つの波長を選択的に透過させる特性を持つ単一波長透過フィルタを複数個と、上記複数波長透過フィルタと、光路を分岐して分岐したそれぞれに上記単一波長透過フィルタを含み、また更に光増幅器を含んだリング状の光路でリング共振器を形成し、複数の上記単一波長透過フィルタの選択波長で光源を生成する波長可変光源装置。

【請求項 3】 また更に、リング内に光変調器を含み、光源出力を光変調出力としたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の波長可変光源装置。

【請求項 4】 また光増幅器は、希土類イオン添加の光ファイバを用いた光増幅器としたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の波長可変光源装置。

【請求項 5】 また光増幅器は、半導体レーザ増幅器であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の波長可変光源装置。

【請求項 6】 また半導体レーザ増幅器は、駆動電流変調器を備え、その半導体レーザ増幅器の駆動電流を変調することを特徴とする請求項 5 記載の波長可変光源装置。

【請求項 7】 予め設定された複数波長で透過し他の波長では遮断する特性を持つ複数波長透過フィルタと、上記透過波長の内の 1 つの波長を選択的に反射させ一部透過させる特性を持つ単一波長反射器と、上記複数波長透過フィルタと上記単一波長反射器とを含み、また光増幅器と反射器を含んだ直線の光路でファブリペロー共振器を形成し、上記単一波長反射器の選択波長で光源を生成する波長可変光源装置。

【請求項 8】 また更に、直線光路内に光変調器を含み、光源出力を光変調出力としたことを特徴とする請求項 7 記載の波長可変光源装置。

【請求項 9】 また光増幅器は、希土類イオン添加の光ファイバを用いた光増幅器としたことを特徴とする請求項 7 記載の波長可変光源装置。

【請求項 10】 また光増幅器は、半導体レーザ増幅器であることを特徴とする請求項 7 記載の波長可変光源装置。

【請求項 11】 また半導体レーザ増幅器は、駆動電流変調器を備え、その半導体レーザ増幅器の駆動電流を変

調することを特徴とする請求項 10 記載の波長可変光源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信、光情報処理、光計測などの分野における光源装置に関するものであり、更に詳しくは、離散的な波長間隔で波長可変の単一および複数の波長の光を得る光源装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信、光情報処理、光計測などの分野において、波長が多重化された光信号を作り出すことが必要である。例えば、光通信の分野においては、情報毎に違った光波長を持つ信号を一本の光ファイバに多重し、それぞれの波長毎に通信する波長多重通信がある。この場合、任意の波長を切り換えて、または複数の波長の光を送信できる光源装置が必要である。このためには送信チャンネル切り替えるため波長可変制御が必要であり、かつ送信側と受信側の波長を一致させるため光源の波長を精度良く制御する必要があった。また、それぞれの通信チャンネルの間隔を均等にする必要があった。

【0003】 図 19 は従来の光源装置における周波数間隔を制御する装置である。図 19 において、61a~61c はそれぞれ単一波長可変光源装置、62 は合波器、63 は分岐器、64 は走査型ファブリペローエタロン、65 は制御信号発生手段、66a~66c は制御信号線、17 は光ファイバである。

【0004】 次に従来例の動作を図 19 に従って説明する。図 19 は、複数の光源の波長間隔を一定にする波長間隔制御装置を示している。それぞれ単一の波長を出力する単一波長可変光源装置 61a~61c からの光信号出力が複数あり、それぞれは光ファイバ 17 によって合波器 62 と接続される。合波器 62 は複数の単一波長光源装置 61a~61c からの出力を合流し、1 本の光ファイバに複数の光波長を通す。合波された光ファイバからの出力の一部を分岐器 63 で分岐して走査型ファブリペローエタロン 64 に導く。走査型ファブリペローエタロン 64 は、ファブリペローエタロンフィルタの透過中心波長を時間的に変化させたものである。波長多重信号を走査型ファブリペローエタロン 64 に入力し、制御信号発生手段 65 にて、光の波長信号を電気信号に変化させることにより、走査型ファブリペローエタロンの透過中心波長を走査する毎に、波長多重信号のそれぞれの波長の情報が出力の電圧の時間軸の変化に変換され、それぞれの波長間隔を一致させるための波長ずれの誤差信号を出力する。制御信号発生手段 65 からの信号は制御信号線 66a~66c によって、それぞれの単一波長可変光源装置 61a~61c に入力し、それぞれの発振波長間隔が均等となるように制御し、発振波長間隔が一定になるよう制御するものであった。

【0005】このため、所望の光波長の光を得るためには、単一波長可変光源装置 61a~61c 中にある、光波長に対して単一に透過特性を持つ手段 14 を精度よく変化させる必要があった。更にまた、複数の光波長が異なる波長多重信号を得る場合は、複数の光源装置の波長を離散的波長間隔で必要とし、その場合、それぞれの光源の波長間隔をそろえるための波長間隔制御装置が必要であった。

【0006】図 20 の単一波長で波長可変の光源装置 61 の例として、例えば特開平 5-175577 号に示されたようなものがあった。図 20 は従来の光源装置を示す説明図である。図 20 において 111 は希土類添加光ファイバ、113 は励起レーザダイオード、112 は励起レーザダイオードの出力とリング共振器を合流させる合波器、12 は光アイソレータ、14 は光波長に対して単一の透過特性を持つ波長選択フィルタ、15 はリングに帰還する光パワーと出力する光パワーを分岐するカップラ、16 は光ファイバループ中の偏波状態を調整する偏波コントローラ、17 はそれぞれをリング状に結合する光ファイバである。

【0007】次にこの従来の単一波長の光源装置の動作を図 20 に従って説明する。ファイバンプを励起する励起用レーザダイオード 113 の出力が 112 の合波器によって、光ファイバループ 17 と合波され、希土類添加ファイバ 111 に入力されると、111 は 112 の出力によってポンピングされ光増幅手段として動作する。このとき、光アイソレータ 12 は、合波器 112 からの出力が光ファイバリングの光の方向と逆の向き光が戻らないようにしている。図 20 における光ファイバループによってリング状にフィードバックされ、ファイバリングの損失よりも利得が大きくなった場合にレーザ発振する。光波長に対して単一に透過特性を持つ手段 14 によって透過ロスが最少となる波長で発振する。ここで、光波長に対して単一に透過特性を持つ手段 14 の透過中心波長を変化することによって、111 の利得波長範囲の中から選択的に発振する波長を決定するものであった。しかし、この連続的に変化させてしかも予めプリセットした所望の周波数に透過波長を合わせる制御は容易ではなく、複雑な外部制御装置が必要であった。

【0008】上記の従来例では、複数の光源装置が存在した場合に、それぞれの波長間隔を均等にするには、複数の波長可変光源からの出力波長を合波した後、それぞれの発振波長を特定の間隔にする制御として上記で説明した波長間隔制御装置を備えていなければならなかった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の光源は上記のように構成されているので、異なる波長の光源を複数個必要とする場合は、複数の単一波長光源を用意し、その光源それぞれの各発振波長を制御する必要があり、更に発

振波長間隔をも均一に制御する 2 段にわたる精密制御を行なう複雑な波長間隔制御装置が必要であるという課題があった。また、ある範囲波長から選択して単一波長を得る光源装置では、その選択制御が複雑であるという課題があった。

【0010】この発明は、このような課題を解消するためになされたもので、複雑な波長間隔制御装置を必要とせず、定められた波長中から 1 つを選択するのみで離散的な波長間隔の光が得られ、かつ波長選択範囲の広い光源装置を得ることを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明に係る波長可変光源装置は、予め設定された複数波長で透過し他の波長では遮断する特性を持つ複数波長透過フィルタと、これら透過波長の内の 1 つの波長を選択的に透過させる特性を持つ単一波長透過フィルタと、複数波長透過フィルタと上記単一波長透過フィルタとを含み、また光増幅器を含んだリング状の光路でリング共振器を形成し、単一波長透過フィルタの選択波長で光源を生成するようにした。

【0012】また、予め設定された複数波長で透過し他の波長では遮断する特性を持つ複数波長透過フィルタと、これら透過波長の内の 1 つの波長を選択的に透過させる特性を持つ単一波長透過フィルタを複数個と、複数波長透過フィルタと、光路を分岐して分岐したそれぞれに上記単一波長透過フィルタを含み、更に光増幅器を含んだリング状の光路でリング共振器を形成し、複数の上記単一波長透過フィルタの選択波長で光源を生成するようにした。

【0013】また基本構成に更に、リング内に光変調器を含み、光源出力を光変調出力とした。

【0014】また更に、光増幅器は、希土類イオン添加の光ファイバを用いた光増幅器とした。

【0015】または、光増幅器は、半導体レーザ増幅器とした。

【0016】また更に、半導体レーザ増幅器は、駆動電流変調器を備え、その半導体レーザ増幅器の駆動電流を変調するようにした。

【0017】本発明に係る波長可変光源装置は、予め設定された複数波長で透過し他の波長では遮断する特性を持つ複数波長透過フィルタと、これら透過波長の内の 1 つの波長を選択的に反射させ一部透過させる特性を持つ単一波長反射器と、複数波長透過フィルタと上記単一波長反射器とを含み、また光増幅器と反射器を含んだ直線の光路でファブリペロー共振器を形成し、単一波長反射器の選択波長で光源を生成するようにした。

【0018】また更に、直線光路内に光変調器を含み、光源出力を光変調出力とした。

【0019】また光増幅器は、希土類イオン添加の光ファイバを用いた光増幅器とした。

10

20

30

40

50

【0020】また光増幅器は、半導体レーザ増幅器とした。

【0021】また半導体レーザ増幅器は、駆動電流変調器を備え、その半導体レーザ増幅器の駆動電流を変調するようにした。

【0022】

【作用】この発明による波長可変光源装置は、共振波長は複数波長透過フィルタの透過波長で決まっており、その内から選択的に選ばれた単一波長透過フィルタの選択波長でリング共振器が共振して光源が生成される。

【0023】この発明による波長可変光源装置は、共振波長は複数波長透過フィルタの透過波長で決まっており、その内から選択的に選ばれた複数の単一波長透過フィルタの選択波長でリング共振器が形成され、複数の波長の光源が生成される。

【0024】また更に、光源は光変調され、高速光パルス列からなる光源が形成される。

【0025】また更に、光源は光ファイバ増幅器で増幅される。

【0026】また更に、光源は半導体レーザ増幅器で増幅され、広い波長にわたり光源が生成される。

【0027】また更に、光源は半導体レーザ増幅器で増幅され、同時に光変調されてより強力な光源が形成される。

【0028】この発明による波長可変光源装置は、共振波長は複数波長透過フィルタの透過波長で決まっており、その内から選択的に選ばれた単一波長反射器の選択波長でファブリペロー共振器が共振して光源が生成される。

【0029】また更に、光源は光変調され、高速光パルス列からなる光源が形成される。

【0030】また更に、光源は光ファイバ増幅器で増幅される。

【0031】また更に、光源は半導体レーザ増幅器で増幅され、広い波長にわたり光源が生成される。

【0032】また更に、光源は半導体レーザ増幅器で増幅され、同時に光変調されて高速光パルス列からなる光源が形成される。

【0033】

【実施例】

実施例1. 予め複数波長を設定しておき、この設定波長のうちから任意の波長の光源を選択するよう光源装置を構成しておけば選択制御、または選択された波長での増幅制御のみ行えばよく、光源装置が簡単になる。本実施例では、こうした構成の波長可変型の光源装置を説明する。図1はこの発明による光源装置の一実施例の全体構成図である。図1においては、11は光利得を有する手段（光増幅器）、12は光を単一方向にのみ周回させる光アイソレータ、13は光波長に対して周期的に透過特性を持つ手段（周期波長透過フィルタ）、14は光波長

に対して単一の透過特性を持つ手段（単一波長透過フィルタ）、15は光分岐させる手段、16はファイバリングでの偏波をコントロールする手段、17はそれぞれの部品間をリング状に接続する光ファイバである。図2は、図1の実施例に使用される、光増幅器の一例である。図2において、111は光ファイバの一部に希土類を添加した光ファイバ、112は、励起用レーザダイオードの出力とリング共振器を結合する合波器、113は、希土類添加光ファイバを励起するレーザダイオード、114は、励起用レーザダイオードを動作させるための駆動電流源、115a、115bは光アイソレータ、116、116a、116bはそれぞれの光部品を接続する光ファイバである。

【0034】上記構成の光源装置の動作を図1と図2を参照しながら説明する。まず、図2の光増幅器について説明する。励起レーザダイオード113は、電流源114によっての駆動電流を供給され、発振する。励起レーザダイオード113の出力と、入力側光ファイバ115aから入力された増幅される光信号とは、合波器112によって合波し、希土類添加ファイバ111に入力される。励起レーザダイオード113の光波長成分によって希土類添加ファイバ111の光準位がポンピングされ、ある波長帯域の入力光に対してのみ誘導放出を起こすようになり、光増幅を起こす。115aと115bの光アイソレータは、光を単一方向のみ通過させるもので、励起レーザダイオードと希土類添加ファイバから発生する光が入力側に戻らないよう、出力側の光が希土類添加ファイバに入り込まないような動作を行っている。図2の構成では、光アイソレータの方向に対して、順方向に励起レーザダイオードを入力する順方向励起の構成となっているが、合波器112を希土類添加ファイバ111の右に配置し、光アイソレータの方向と逆方向に励起レーザダイオード入力する逆方向励起の構成でもかまわない。更に、順方向励起と逆方向励起を併用する構成をとり、励起パワーを高めることも可能である。

【0035】希土類添加ファイバ111は、具体的には光ファイバにエルビウムを一部添加したものを使用することが出来る。この場合の光増幅の動作波長帯は1.55 $\mu$ m付近である。このような、エルビウムドープファイバに励起する励起レーザダイオード113として1.49 $\mu$ m付近の半導体レーザ、あるいは0.98 $\mu$ m付近の半導体レーザが適している。また、エルビウム以外のネオディミウムやプラセオディミウムといった希土類元素を光ファイバの一部に添加したものを使用すると1.3 $\mu$ m帯での光増幅動作が可能となる。

【0036】図3(a)は、本実施例で重要な構成要素である周期波長透過フィルタの透過特性の例を示す図である。図1において、光増幅器11によって生じた自然放出光は、光アイソレータ12を通過して図3(a)にその透過特性を示している、光波長に対して周期的な透過

特性を持つ周期波長透過フィルタ 13 に入る。図 3

(a) の透過特性を持つため、その出力は、透過可能な波長が離散的となる。即ち、図 3 (a) に示した透過波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$  のどれかの波長で発振することになる。この出力が単一波長透過フィルタ 14 によって、図 3 (b) に示すように、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$  のうちの一つのみ透過させるようにし、発振波長を限定する。この光出力がある分岐比を持つ光カップラ 15 へと続き一部の光がリング共振器から出力されるようにし、残りの一部が偏波コントローラ 16 に入力し偏波状態が調整され、再び光増幅器 11 に入力される。これらの光部品間は光ファイバ 17 でリング状に結ばれており、リング共振器を形成している。この時の波長可変機構は、周期波長透過フィルタ 13 と単一波長透過フィルタ 14 によって決定される離散的な発振波長において、単一波長透過フィルタの中心周波数を変化させることにより、その波長のみ発振するようになり、これを順次選択することで離散的な波長可変特性が実現される。また、リング共振器を構成する各部の配置位置は、本実施例に限定されるものではない。

【0037】図 3 (a) のような光波長に対して周期波長透過フィルタ 13 として、具体的にはファイバファブリペロ光フィルタがある。ファイバファブリペロ光フィルタは、シングルモードファイバの入力端と出力端を研磨し、そこをコーティングすることによって形成された 2 個のミラーを有する。このミラーは空気ギャップによって分離され、この空気ギャップの長さを変化させることにより、フィルタの透過中心波長を変化させることができる。このギャップ長を予め設定しておけば、任意の離散的な波長で透過特性を持たせることができる。また、ミラーの間には液晶を用いたものも使用可能である。また、石英系の導波路からできた、マッハツェンダ干渉計による周期的な透過特性も同様に用いることができる。

【0038】単一波長透過フィルタ 14 として、具体的には誘電体多層膜フィルタをバンドパスフィルタとして作り付けたものがある。この場合の透過波長可変機構は、誘電体多層膜に入射する光の角度を変化させることによって実現できる。また、超音波と光の相互作用によって光波長を選択的に TE と TM の変換を行うことができる原理を用いた、音響光学フィルタを光波長に対して単一の透過特性を持つ手段を実現することも出来る。この場合の透過波長可変機構は、超音波の周波数を変えることにより透過中心波長が変化できる。

【0039】実施例 2. 本実施例では複数の波長の光を同時に生成する光源装置を説明する。図 4 はこの発明による光源装置の他の実施例の全体構成図である。図において、14a と 14b はそれぞれ別の波長を選択する単一波長透過フィルタ、21 は光分岐器、22a と 22b は光減衰器である。その他の光増幅器 11、アイソレー

タ 12、周期波長透過フィルタ 13、光分岐 15、偏波制御器 16 は実施例 1 と同様である。

【0040】前記実施例は一つの光源装置によって、単一の波長が 1 つ出力される構成であったが、図 4 に示すように光波長に対して周期的透過特性を持つ光フィルタの出力を光分岐器 21 によって 2 つに光路を分岐し、それぞれ分岐先の次に光波長に対して単一の透過特性を持つ手段 14a、14b を有し、その後に光減衰器 22a、22b、更に光カップラ 15 によって合流しファイバリングに接続する構成となる。光分岐器で二つに分けた後、発振させたい波長を光波長に対して単一の透過特性を持つ手段で選択し、その後の光減衰器によって 2 つに分岐されたリングのそれぞれの利得を均一として、複数波長発振を可能にする構成である。本構成は従来の図 19 に対応する構成であり、複数の波長の光源を得るための光増幅器の数を減らして構成を簡単なものにする効果も併せ持つ。

【0041】上記実施例の変形例として、図 5 の構成がある。図 4 の光波長に対して周期的に透過特性を持つ手段 (周期波長透過フィルタ) 13 と光分岐器 21 を併せて、マッハツェンダ干渉計 31 を用いて実現する。

【0042】図 6 はマッハツェンダ干渉計 31 の概念図を示している。また図 7 はその特性を説明する図である。図 6 において、311 は光入力ポート、312、313 はそれぞれ光出力ポートであり、314 は光ファイバ、315 は光カップラである。マッハツェンダ干渉計の動作原理について簡単に説明する。光入力ポート 311 から入力した光は、光カップラ 315 によって二つに分岐され、二つの間で光路長の差がある光ファイバへとそれぞれ接続され、光カップラ 315 によって再びそれぞれが合流される。この時、二手に分けられた光ファイバ 314 同士の光路長の差によって、図 7 のような光波長に対して周期的な透過特性が光出力ポート 312、313 に現れることになる。本実施例では、この光出力ポート 312、313 をそれぞれ、14a、14b に接続させている。

【0043】実施例 3. 光源のリング共振器中に、変調器を挿入することによって、モード同期発振をおこし、高速な光パルス列が得られる。図 8 はこの発明による光源装置の他の実施例の全体構成図である。図において、41 は光強度変調器、42 は正弦波信号発振器で、41 と 42 で光の損失を所定の周波数で変調する手段を構成している。その他の光増幅器 11、光アイソレータ 12、周期波長透過フィルタ 13、単一波長透過フィルタ 14、光分岐 15、偏波制御器 16 は上記実施例の要素と同じである。

【0044】本実施例は、実施例 1 における構成に更に、リング共振器内に光強度変調器 41 と正弦波信号発振器 42 からなる光の損失を所定の周波数で変調する光変調手段を設けたものであり、波長可変モード同期レー

ザに応用したものである。

【0045】本構成の動作を説明する。リング共振器では、 $fr=c/l$  ( $c$ :光速、 $l$ :リング共振器の長さ) で与えられる発振波長間隔を持つ多数の縦モードが存在する。ここでリング共振器内の光強度変調器41と正弦波信号発生器42によって周波数 $f_m=fr$ の光変調を加えると、波長間隔 $fr$ のすべての縦モードの位相が揃うモード同期発振状態となり、繰り返し周期 $1/fr$ の光パルス列が得られる。リング共振器内の光強度変調器41は、例えば高速の光強度変調器としてリチウムナイオベイトを用いた電気光学効果による強度変調器を用いることができる。また、後に述べる半導体レーザ型光増幅器の駆動電流を高速で変調させることによって実現できる。

【0046】実施例4。実施例2と実施例3を組み合わせたこともできる。図9はこの発明による光源装置の他の実施例の全体構成図である。図において、光増幅器11、光アイソレータ12、周期波長透過フィルタ13、単一波長透過フィルタ14a、14b、光分岐15、21、偏波制御器16、光減衰器22a、22b、光変調器41、正弦波信号発生器42は上記実施例と同様の構成要素である。

【0047】本実施例は、実施例2において、実施例3に示したリング共振器内に光の損失を所定の周波数で変調する光変調手段を設けたものであり、複数の波長を得ることが出来る波長可変モード同期レーザに応用したものである。

【0048】実施例5。また、光増幅器11として図10に示したような構成もある。図において、116a、116bは、それぞれ光入力、光出力の光ファイバ、115aと115bは光を一方方向にのみ通過させる光アイソレータ、118a、118bはそれぞれ光ファイバと半導体レーザ型光増幅器を結合するためのレンズ結合部、114は半導体レーザ型光増幅器を動作させるための電流源、117は半導体レーザ型光増幅器である。

【0049】半導体レーザ型光増幅器117は、半導体レーザの端面に反射防止膜コート処理を施した物などを用いることが出来る。本構成のものは、構成に精密さが要求されるが、帯域が広くて波長の選択幅を拡げることができる。本光増幅器は実施例1ないし実施例4のいずれにも通用できる。

【0050】実施例6。光変調のための要素を更に減らした構成を説明する。図11はこの発明による光源装置の一実施例の全体構成図である。図において、12~17の各構成要素、正弦波信号発生器42、半導体レーザ型増幅器117は、他の実施例の対応要素と同等のものである。

【0051】本実施例は、実施例4において光利得手段に半導体レーザ型アンプを用い、半導体レーザ型アンプの駆動電流を高速に変調することにより、光強度変調器41と光利得を有する手段11を兼ねた構成にするもの

である。

【0052】図12は本実施例における、半導体レーザ型光増幅器の構成を示したものである。電流源114、光アイソレータ115a、115b、光入力ファイバ116a、光出力ファイバ116b、半導体レーザ型光増幅器117、レンズ結合部、118a、118bはそれぞれ上記各実施例の対応要素と同等のものである。半導体レーザ型光アンプの駆動電流を正弦波信号発生器42で変調してやることによって、利得の高速な変調ができ、光の損失を所定の周波数で変調している。半導体レーザ型光増幅器117は、半導体レーザの端面に反射防止膜コート処理を施した物などを用いることが出来る。

【0053】実施例7。上記実施例はいずれもリング型共振器であるが、直線状に配置した他の型の構成について説明する。図13はこの発明による光源装置の一実施例の全体構成図である。51は光反射器、52は光波長に対しての反射特性が単一波長のみで、かつ反射波長を可変できる単一波長反射器である。その他の光増幅器11、光アイソレータ12、周期波長透過フィルタ13、光ファイバ17は他の実施例の対応要素と同等のものである。図14は単一波長反射器52の特性とその選択動作を説明する図である。

【0054】光増幅器11で生じた自然放出光は、光反射器51によって反射されて再び光増幅器11に入力され、周期波長透過フィルタ13で、一定の間隔を持った波長の光のみ透過する。そして、図14(b)のような透過特性を有する単一波長反射器52に入力される。ここで単一波長反射器52の特性は選択されたある波長のみ反射するので、周期波長フィルタ13からの透過特性と、単一波長反射器52の選択された反射波長と一致した波長のみ反射され、光増幅器11に再び入力される。この繰り返しによって、単一波長反射器52によって反射された光波長成分のみ反射を繰り返し、レーザ発振を起こす。その出力は光アイソレータ12によって一方方向の光のみに限定され出力される。この時、単一波長反射器52の反射波長だけが出力される。また、単一波長反射器52の反射波長を図14(a)のように選択的に変化させることによって、波長可変型の光源装置が得られる。そのとき、周期波長透過フィルタ13で予め設定した、例えば図14(c)の波長のみが発振でき、実施例1に示したような離散的な波長間隔で発振するようになる。リング型共振器の単一波長透過フィルタの選択制御と同様に、単に選択するのみで、または選択波長でのレーザ発振を制御するのみでよく、構成と制御が簡単である。実施例1では、リングレーザの例を示したが、この実施例は光反射器51と単一波長反射器52の間でのファブリペロー型レーザに適用したものである。

【0055】図15に本実施例に用いられる光増幅器11の具体例を示す。図15において、111は、希土類

10

20

30

40

50



添加光ファイバ、112は、励起レーザの光出力と増幅させたい光入力を合波する合波器、113は111の希土類添加ファイバが光増幅を行うに必要な励起状態にするための励起レーザダイオード、114は励起レーザダイオードを発振させるための電流源である。

【0056】111の希土類添加ファイバは、113の励起レーザダイオードによって光準位がポンピングされ、ある波長帯域の光入力に対してのみ誘導放出を起こし、光増幅を起こす。111の希土類添加ファイバは、具体的には光ファイバにエルビウムを一部添加したものを使用することが出来る。この場合の動作波長帯は1.55  $\mu\text{m}$ 付近である。このような、エルビウムドープファイバに励起するのに適した113の励起レーザダイオードの波長として1.49  $\mu\text{m}$ 付近の半導体レーザ、あるいは0.98  $\mu\text{m}$ 付近の半導体レーザが適している。また、エルビウム以外のネオディミウムやプラセオディミウムといった希土類元素を光ファイバの一部に添加したものを使用すると1.3  $\mu\text{m}$ 帯での動作が可能となる。

【0057】実施例8. 上記実施例に関して、光増幅器11には、図16の様な両端に光ファイバを備えた半導体レーザ型光増幅器モジュールも用いることが出来る。図16において、117は半導体レーザの両端面に反射防止膜コート、斜め端面あるいは端面窓構造によって実現される端面の反射率をほぼ零にした半導体レーザ型光増幅器、114は半導体レーザ増幅器に電流を供給させる電流源、118aと118bは半導体レーザ型増幅器と光ファイバとのそれぞれ入力と出力を結合させるレンズ結合部、116aと116bは、それぞれ入力と出力の光ファイバである。

【0058】光ファイバ116aから入力された光はレンズ結合部118aによって117の半導体レーザ型光増幅器の活性層に導かれ、半導体レーザ型光増幅器によって光増幅を受け、半導体レーザ型光増幅器からの出力はレンズ結合部118aで出力の光ファイバ116bに導かれる。

【0059】図14(a)のような特性を有する単一波長光反射器52は、具体的には光ファイバ中に波状の周期的な屈折率変化をさせてグレーティング反射器を作り付けた、ファイバグレーティングを使うことが出来る。その時の反射波長可変は、熱変化や、張力変化によって得られる。

【0060】実施例9. 直線状配置のファブリペロー型共振器にも光変調は適用できる。図17はこの発明による光源装置の他の実施例の全体構成図である。図において、光増幅器11、光アイソレータ12、周期波長透過フィルタ13、光ファイバ17、光強度変調器41、正弦波長信号発生器42、光反射器51および単一波長反射器52はいずれも上記各実施例で述べた構成要素と同様のものである。

【0061】本実施例は、実施例7の構成に光増幅器1

1と単一波長光反射器52の間に光強度変調器41と正弦波信号発生器42を挿入した構成である。この構成は、離散的な波長可変モード同期レーザに応用したものである。この時、縦モードの波長間隔が $\Delta\lambda = c/2L$ と半分になる他は、実施例3と同様の動作となるので詳細説明は省略する。

【0062】実施例10. 図18はこの発明による光源装置の他の実施例の全体構成図である。図において、光増幅器11、光アイソレータ12、周期波長透過フィルタ13、光ファイバ17、正弦波信号発生器42、光反射器51および単一波長反射器52は上記各実施例の各構成要素と同様のものである。

【0063】本実施例は、実施例9において光利得手段に半導体レーザ型アンプ117を用い、かつ半導体レーザ型アンプの駆動電流を正弦波信号発生器42によって高速に変調することにより、光強度変調器41と光増幅器11を兼ねた構成とするものである。

【0064】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、複数波長透過フィルタと単一波長透過フィルタと光増幅器で共振器を構成したので、予め設定した周期波長の内から所望の波長を選ぶだけでよく、制御が容易になる効果がある。

【0065】以上のようにこの発明によれば、複数波長透過フィルタと、光路を分離した複数の単一波長透過フィルタと光増幅器で共振器を構成したので、予め設定した周期波長の内から所望の複数の波長を選ぶだけでよく、構成が簡単で制御が容易になる効果がある。

【0066】また更に、変調器を用いたので、制御が容易である上に、変調器を用いたので、高速の光パルス列からなる光源が形成できる効果がある。

【0067】また更に、光ファイバ増幅器を用いたので、組み立て精度度が要求されず、構成が簡単になる効果がある。

【0068】また更に、半導体レーザ増幅器を用いたので、増幅帯域が広くて光波長の選択幅を拡げられる効果がある。

【0069】また更に、半導体レーザ増幅器に変調器を用いたので、構成が簡単になる効果がある。

【0070】以上のようにこの発明によれば、複数波長透過フィルタと単一波長反射器と光増幅器で共振器を構成したので、予め設定した周期波長の内から所望の波長を選ぶだけでよく、制御が容易になる効果がある。

【0071】また更に、変調器を用いたので、制御が容易である上に、高速の光パルス列からなる光源が形成できる効果がある。

【0072】また更に、光ファイバを用いたので、組み立て精度度が要求されず、構成が簡単になる効果がある。

【0073】また更に、半導体レーザ増幅器を用いたの



13

で、増幅帯域が広くて光波長の選択幅を上げられる効果がある。

【0074】また更に、半導体レーザ増幅器に変調器を用いたので、構成が簡単になる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1の光源装置の構成図である。

【図2】 この発明の実施例1の光源装置の光増幅器の例を示す図である。

【図3】 光に対する周期波長透過フィルタの特性説明図とその選択動作を説明する図である。

【図4】 この発明の実施例2の光源装置の構成図である。

【図5】 この発明の実施例2の他の光源装置の構成図である。

【図6】 この発明の実施例2におけるマッハツエンダ干渉計の説明図である。

【図7】 実施例2におけるマッハツエンダ干渉計の透過特性図である。

【図8】 この発明の実施例3の光源装置の構成図である。

【図9】 この発明の実施例4の光源装置の構成図である。

【図10】 この発明の実施例5の光増幅器の構成を示す図である。

【図11】 この発明の実施例6の光源装置の構成図である。

【図12】 この発明の実施例6の光源装置における半導体レーザ型光増幅器と光変調器の構成を示した図である。

【図13】 この発明の実施例7の光源装置の構成図である。

\*

14

\*【図14】 実施例7における単一波長反射器の特性と選択動作を説明する図である。

【図15】 この発明の実施例7における光増幅器の構成図である。

【図16】 実施例8における光増幅器の構成図である。

【図17】 この発明の実施例9の光源装置の構成図である。

【図18】 この発明の実施例10の光源装置の構成図である。

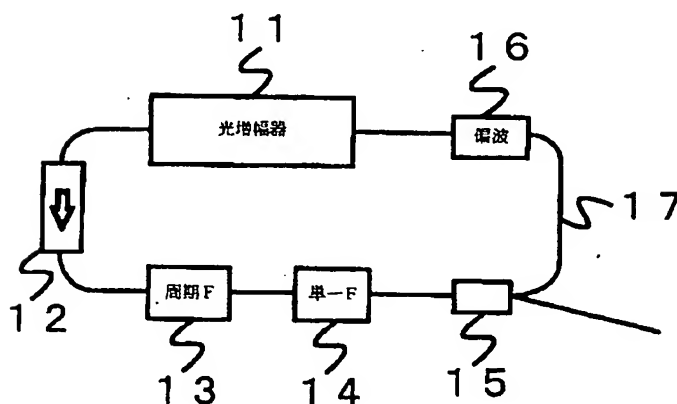
【図19】 従来の光源装置における周波数間隔制御装置の動作を説明する構成図である。

【図20】 従来の光源装置の中の単一波長で波長可変の光源装置の構成を示す図である。

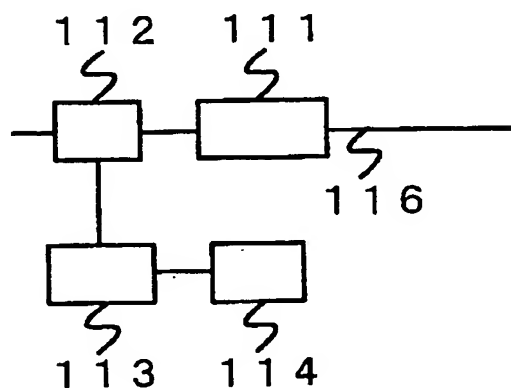
【符号の説明】

11 光利得を有する手段（光増幅器）、12 光アイソレータ、13 光波長に対して周期的な透過特性を持つ手段（周期波長透過フィルタ）、14、14a、14b 光波長に対して単一に透過特性を持つ手段（単一波長透過フィルタ）、15 光カップラ、16 偏波コントローラ、17 光ファイバ、111 希土類添加光ファイバ、112 合波器、113 励起レーザダイオード、114 電流源、115a、115b 光アイソレータ、116 光ファイバ、117 半導体レーザ型光増幅器、118a、118b レンズ結合部、21 光分岐器、22a、22b 光減衰器、31 マッハツエンダ干渉計、311 マッハツエンダ干渉計の光入力ポート、312、313 マッハツエンダ干渉計の光出力ポート、314 光ファイバ、315 光カップラ、41 光強度変調器、42 正弦波信号発生器、51 光反射器、52 単一光波長反射器。

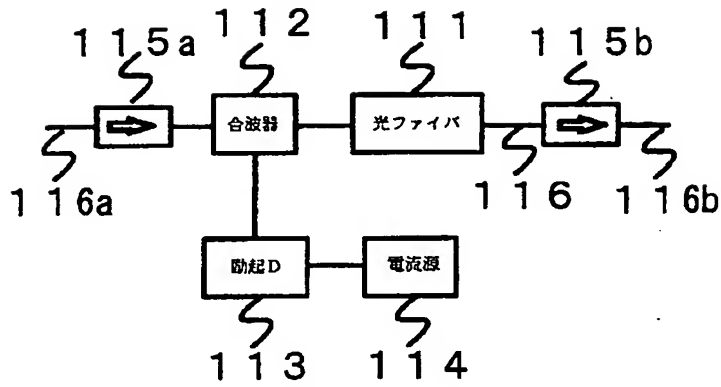
【図1】



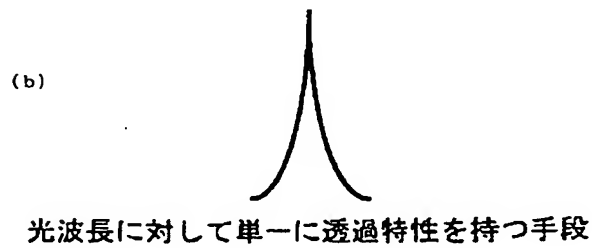
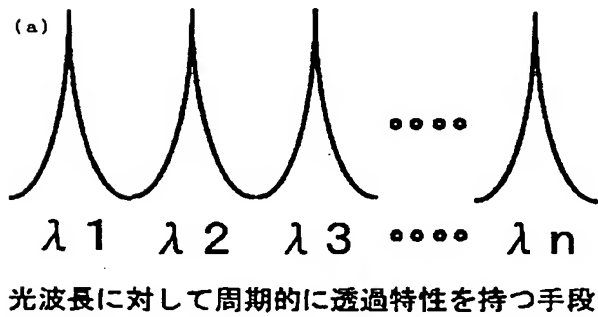
【図15】



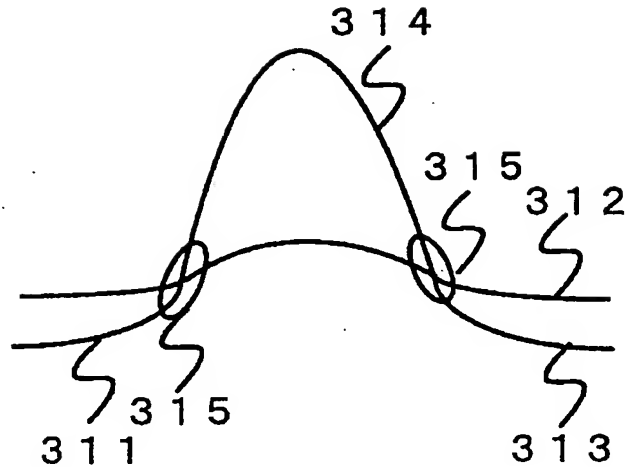
【図2】



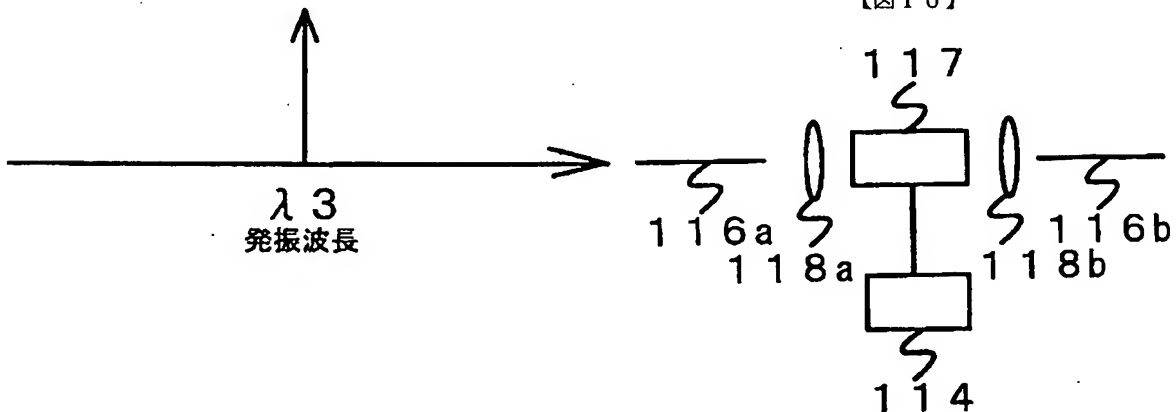
【図3】



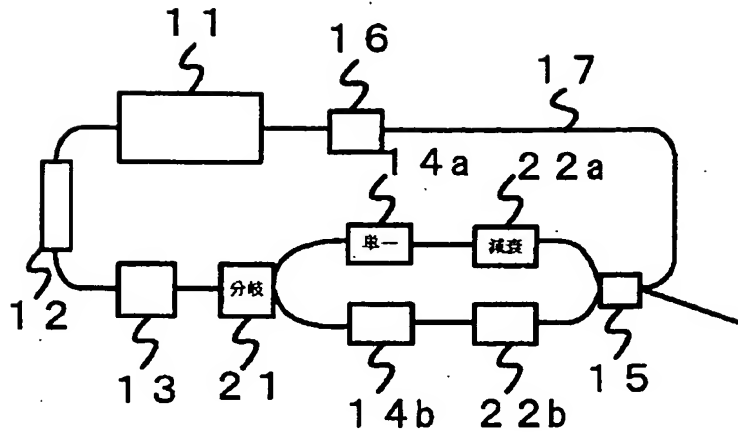
【図6】



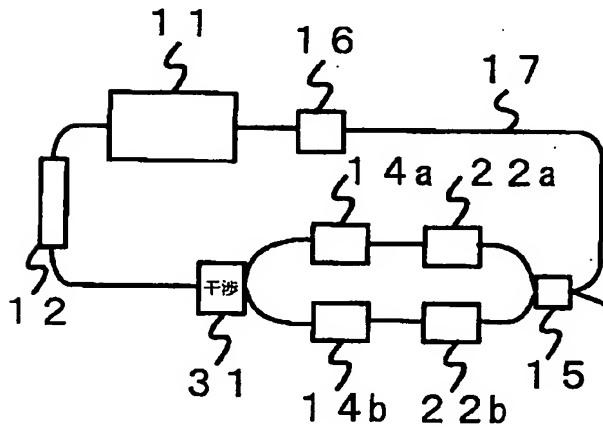
【図16】



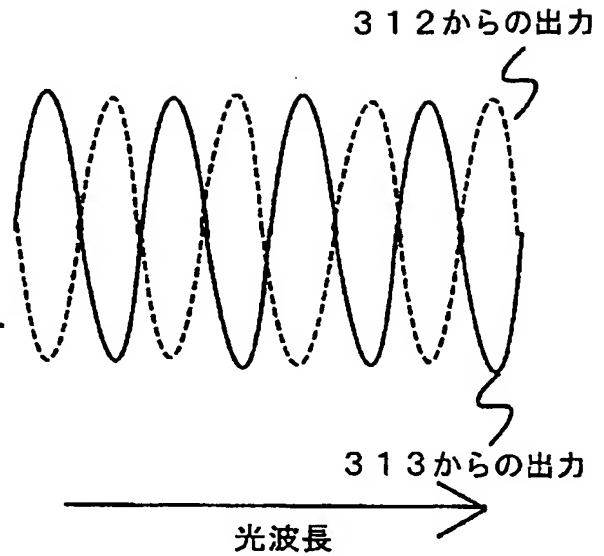
【図4】



【図5】

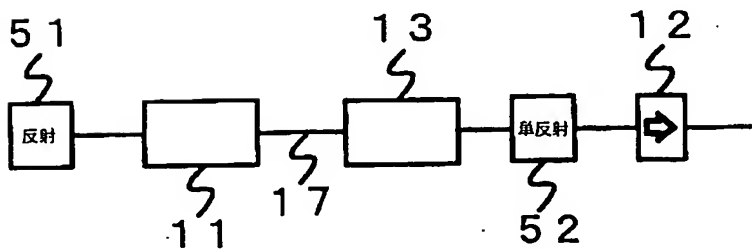


【図7】

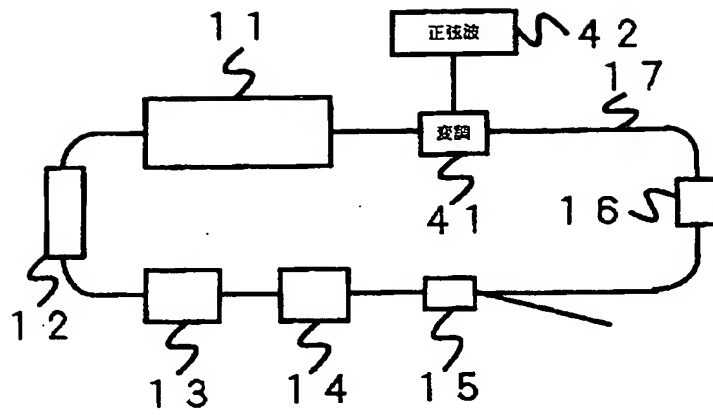


マッハツエンダ干渉計の透過特性

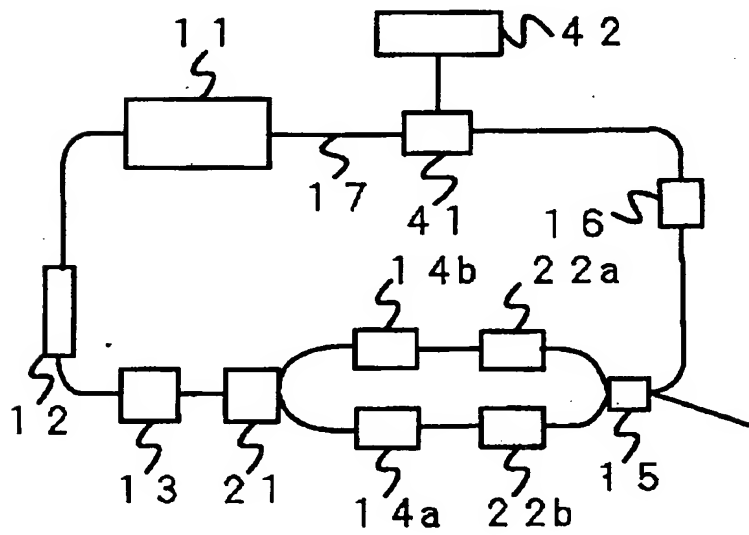
【図13】



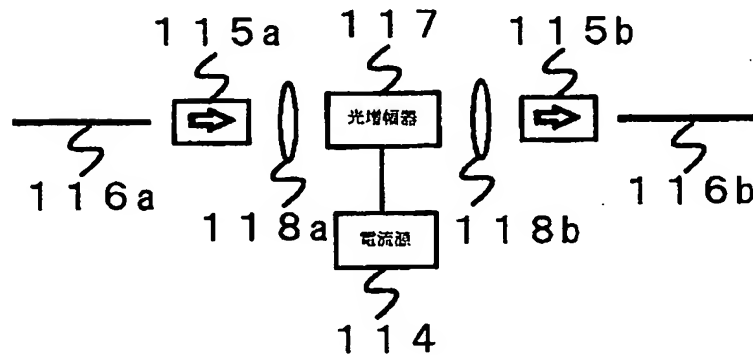
【図8】



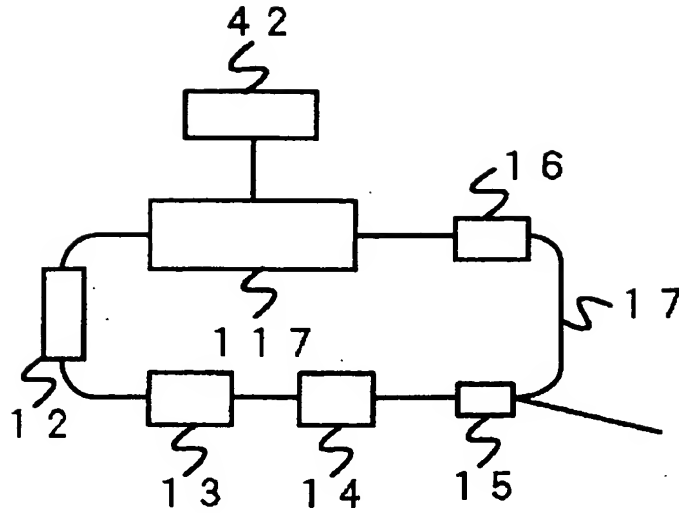
【図9】



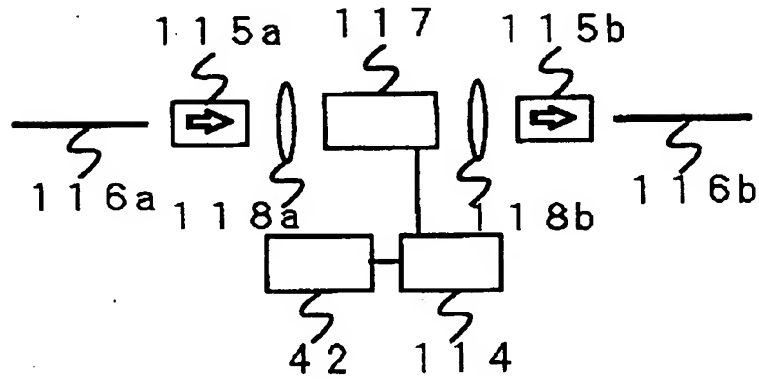
【図10】



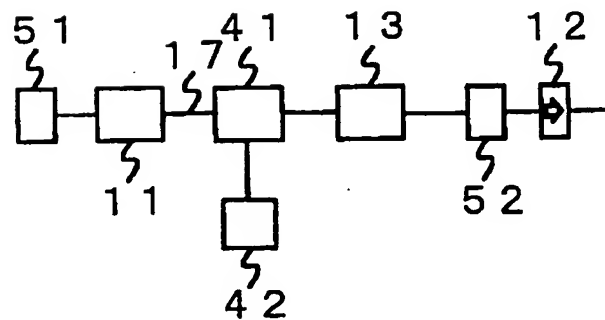
【図11】



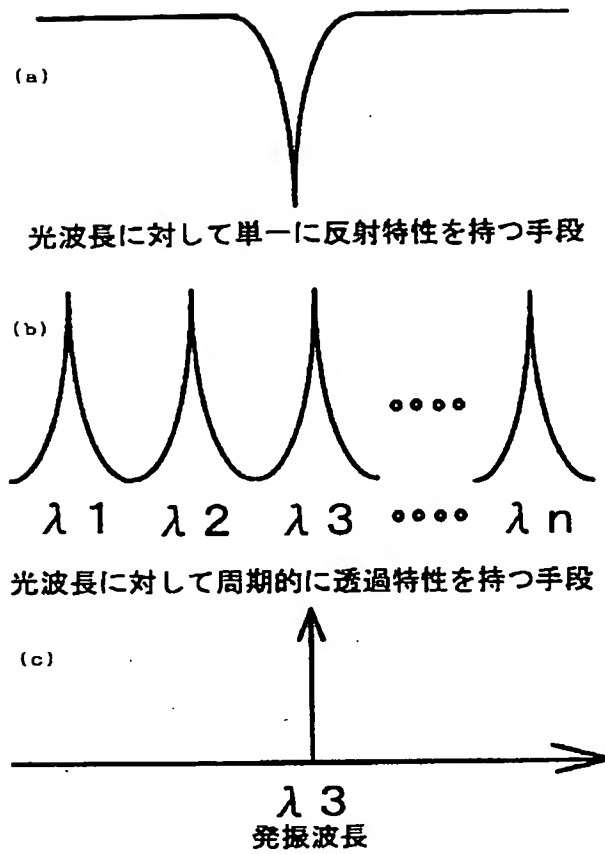
【図12】



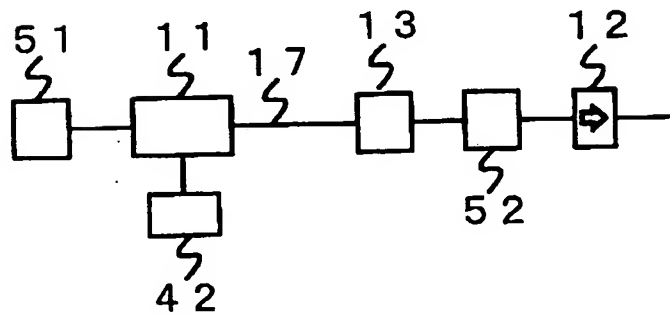
【図17】



【図14】

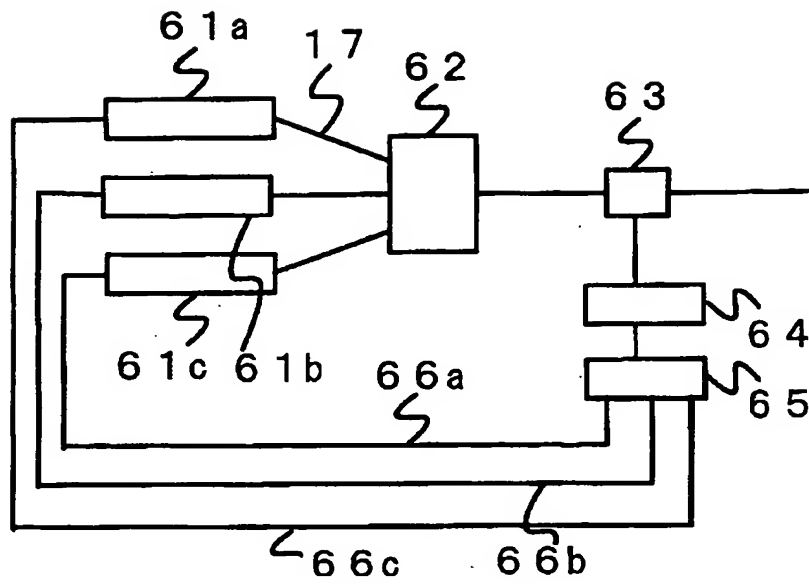


【図18】





【図19】



【図20】

